



中华人民共和国国家标准

GB/T 22458—2008

仪器化纳米压入试验方法通则

General rules of instrumented nanoindentation test

2008-10-29 发布

2009-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、符号	1
4 测试原理	4
5 仪器要求	5
6 试样要求	6
7 环境要求	6
8 测试程序	6
9 试验结果的不确定度	7
10 试验报告	8
附录 A (规范性附录) 压头面积函数的确定方法	9
附录 B (规范性附录) 压头的要求	11
附录 C (资料性附录) 基于载荷—深度数据确定硬度和材料参数的方法	15
附录 D (资料性附录) 金刚石压头的注意事项	19
附录 E (规范性附录) 标准样品的要求	20
附录 F (规范性附录) 仪器柔度的确定方法	22
附录 G (资料性附录) 基于压入能量关系确定硬度和模量的方法	24
附录 H (资料性附录) 基于压入连续接触刚度确定硬度和模量的方法	26
附录 I (规范性附录) 仪器的校准和检验方法	29
参考文献	33

前 言

本标准的附录 A、附录 B、附录 E、附录 F、附录 I 为规范性附录，附录 C、附录 D、附录 G、附录 H 为资料性附录。

请注意本标准的某些内容有可能涉及专利。本标准的发布机构不应承担识别这些专利的责任。

本标准由全国纳米技术标准化技术委员会(SAC/TC 279)提出并归口。

本标准起草单位：宝山钢铁股份有限公司、中国科学院力学研究所。

本标准主要起草人：王秀芳、张泰华、宋洪伟、杨晓萍、杨荣、郇勇。

引 言

受光学显微镜分辨能力的限制,常规显微硬度试验方法难以向纳米尺度延伸,基于深度测量的仪器化纳米压入技术应运而生。该技术从测量的尺度、原理、参数等方面均发生了显著变化,主要体现在:

- 用压入载荷和深度的实时测量取代残余压痕对角线的测量,实现了测量尺度的纳米化和操作过程的自动化;
- 通过建立合适的力学模型,可以获得硬度和多种材料参数,如压入模量;
- 可以研究材料在整个加卸载过程中的力学响应。

近年来,国内纳米压入试验技术发展迅速,正逐渐成为纳米力学表征领域最重要的试验手段。然而,利用该技术进行试验,易受仪器、环境、方法、样品以及试验人员等诸多因素的影响,这往往导致结果的可比性差。因此,迫切需要通过标准化来规范仪器化纳米压入试验方法。

2002年,ISO 14577-1:2002《金属材料 硬度和材料参数的仪器化压入试验 第1部分:试验方法》、ISO 14577-2:2002《金属材料 硬度和材料参数的仪器化压入试验 第2部分:试验机的检验和校准》、ISO 14577-3:2002《金属材料 硬度和材料参数的仪器化压入试验 第3部分:标准块的校准》(英文版)发布。2007年,ASTM E 2546-07《仪器化压入试验规程》发布。本标准的编写,参考了上述标准的适用部分,同时考虑了未来的技术发展趋势,新增了两个附录。由于目前国内主要使用纳米压入仪进行仪器化压入试验,因此,本标准的适用范围限制在该类仪器的使用范围内。

仪器化纳米压入试验方法通则

1 范围

本标准规定了对仪器化纳米压入试验用仪器的能力要求和试验的基本方法,还规定了对仪器校准和检验、压头、标准样品的要求,以及仪器柔度和压头面积函数的确定方法,并给出了确定硬度和材料参数所需的数据分析方法和压头使用的注意事项。

本标准适用于测试各种体材料和薄膜的硬度、模量等,其压入深度范围通常在纳米量级,也可以扩展至几微米。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 15000.3 标准样品工作导则(3) 标准样品定值的一般原则和统计方法

GB/T 13634—2000 试验机检验用测力仪的校准(ISO 376:1999, IDT)

JB/T 7522—2004 无损检测 材料超声速度测量方法

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示(ISO GUM:1995, IDT)

3 术语和定义、符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1.1

载荷—深度曲线 load-depth curve

施加到压头上的载荷和由此导致的压入深度之间的曲线,它来源于加载—卸载循环过程中所采集的数据,见图 1。

3.1.2

接触刚度 contact stiffness

与压头相接触试样的瞬时弹性响应,表示材料抵抗变形的能力,可通过载荷—深度曲线中卸载部分最大载荷处的切线的斜率来确定。

3.1.3

仪器柔度 instrument compliance

表示在压入载荷作用下机架、致动器、压头、试样台、砧座等的变形,它是由施加到试样上的载荷所导致的。

3.1.4

压头面积函数 indenter area function

沿压头尖端中心线的投影面积(截面积)与压头顶点至截面距离之间的函数关系。

3.1.4.1

标称的面积函数 nominal area function

按照压头设计形状计算得到的面积函数。

3.1.4.2

确定的面积函数 verified area function

利用附录 A 的方法间接确定的面积函数。